Aus der Hals-Nasen-Ohren-Klinik und Poliklinik
der Freien Universität Berlin
im Städtischen Krankenhaus Westend
ehem. Direktor: Professor Dr. med. Rudolf Link

DIE REPNEUMATISATION DES SCHLÄFENBEINES NACH MASTOIDEKTOMIE IM FRÜHEN KINDESALTER

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1961

vorgelegt von
Georg Pisarek
aus Berlin

Druck:

ERNST-REUTER-GESELLSCHAFT
der Förderer und Freunde der Freien Universität Berlin e.V.

DISSERTATIONS-DRUCKSTELLE

1 Berlin 33, Garystr. 45

Aus der Hals-Nasen-Ohren-Klinik und Poliklinik
der Freien Universität Berlin
im Städtischen Krankenhaus Westend
ehem. Direktor: Professor Dr. med. Rudolf Link

DIE REPNEUMATISATION DES SCHLÄFENBEINES NACH MASTOIDEKTOMIE IM FRÜHEN KINDESALTER

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Georg Pisarek
aus Berlin

Dekan: Professor Dr. med. Helmut Selbach

Referent: Priv. Doz. Dr. med. Kurt Handl

Korreferent: Professor Dr. med. Adalbert Löschke

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 3. 8. 1961

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	5
Die Pneumatisation der Mittelohrräume	6
Die Repneumatisation der Mittelohrräume	10
Eigene Untersuchungen an 55 Kindern	14
a) Einseitig operierte Kinder	15
b) Doppelseitig operierte Kinder	19
Besprechung der Ergebnisse	21
Zusammenfassung	25
Literatur	27

2 375/64

Einleitung

Die Deutung der Pneumatisation des Warzenfortsatzes als Abschirmung des Innenohres gegenüber akustischer Schädigung (LINK u. HANDL 1954) ist ein neuer Gesichtspunkt im Rahmen des Gesamtproblems der Pneumatisation, welche damit an aktuellem Interesse gewonnen hat.

Intensivierung der Diagnostik und immer weitergehende Verminderung operativer Risiken haben ganz allgemein zu einer Ausweitung der chirurgischen Indikationsbereiche geführt. Das gilt auch für den entzündeten Warzenfortsatz. Obwohl die eitrige, zur Operation zwingende Mastoiditis offenbar mit Besserung der sozialen Verhältnisse im Rückgang begriffen ist, wird doch heutzutage insbesondere im Säuglingsalter die Mastoidektomie häufiger durchgeführt als früher, z.B. bei der okkulten Säuglingsmastoiditis, einem Krankheitsbild, dessen Kenntnis sich nur langsam durchgesetzt hat. Man wird also in Zukunft dem "Zustand nach Mastoidektomie" relativ oft begegnen. Damit erhebt sich gleichzeitig die Frage der funktionellen Schädigung des Gehörs als operativer Spätfolge. Da die Pneumatisation im Hinblick auf degenerative Gehörschädigungen eine erhebliche Bedeutung zu haben scheint, ist es gewiß von Interesse, wie weit ein Mastoidektomierter zur Repneumatisation des Warzenfortsatzes in der Lage ist und in welchem Ausmaß das Ausbleiben einer Repneumatisation eventuell nachteilige Folgen bedingt. Die vorliegende Arbeit macht es sich zur Aufgabe, diese Zusammenhänge zu beleuchten.

Die Pneumatisation der Mittelohrräume

Das Pneumatisationsproblem des Schläfenbeines ist im Laufe der vergangenen 90 Jahre häufig Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Je nach Untersuchungsmethodik entstanden die verschiedensten Auffassungen und Deutungen der Ergebnisse. Im folgenden soll eine kurze Übersicht der Literatur über die Pneumatisation gegeben werden.

Der Pneumatisationsvorgang läuft hauptsächlich postnatal ab. Bei der Geburt sind nur die Paukenhöhle, der Recessus epitympanicus und das Antrum ausgebildet. Nach WITTMAACK (1918-1937) steht das ausgebildete pneumatische Zellsystem des Schläfenbeins am Ende einer Entwicklung, die über ein spongiöses und ein pneumatisch-spongiöses Stadium verläuft und die im 4. -6. Lebensjahr abgeschlossen ist. KÖRNER (1921), ECKERT-MÖBIUS (1926) und VUL' FSON (1951) geben das 3. -4. Jahr an. Im späteren Leben gibt es dann nur noch einen sehr langsamen Fortgang der Pneumatisation (WITTMAACK 1918, MOURET 1928, YAMASCHITA 1934, MÜNDNICH 1937, RAINER 1938).

Die von WITTMAACK begründete und von vielen Autoren bis zu GOTO und KAWAHARA (1952) grundsätzlich anerkannte Lehre sieht in der Mittelohrschleimhaut den Träger der Pneumatisation. Wo sich Hohlräume bilden, hypertrophiert das subepitheliale, embryonale Gewebe, und die Osteoklastentätigkeit nimmt zu. Die Markräume werden eröffnet, und die Marksubstanz weicht dem subepithelialen Gewebe. Das Epithel wächst nach und die entstandenen Kammern sind schließlich von einer dünnen mucoperiostalen Membran ausgekleidet.

Störungen und Hemmungen der Pneumatisation wurden auf Veränderungen der Schleimhaut zurückgeführt, deren Ursache wiederum in entzündlichen Reizen (Säuglingsotitis) zu suchen ist, oder ähnlich, in geburtstraumatischen Blutungen in die Mittelohrschleimhaut (VOSS 1939). Ebenso können Allgemeinerkrankungen im frühen Kindesalter die Ursache sein, wenn es durch Störungen im Wasserhaushalt zu zellulären Ödemen kommt (MYGIND 1928).

Für die abnormen Pneumatisationsformen macht WITTMAACK (1918) drei pathologische Schleimhautformen verantwortlich. Danach führt die hyperplastische Schleimhaut zum sklerosierten, die fibröse Schleimhaut zum diploetisch strukturierten und die fibroplastische Schleimhaut zum irregulär pneumatisierten Warzenfortsatz.

Diesen Ansichten widersprechen einige Autoren (FLEISCHMANN 1938 u. a.).

M. MEYER (1931), BAST u. FORESTER (1939) und OPHEIM (1944) halten nur das Epithel für ausdehnungsfähig. Sie bestreiten die aktive Rolle des embryonalen Gewebes, da es nach der Geburt verschwindet.

RÜEDI (1937) meint, die Pneumatisation werde vom Mesenchym gelenkt, während das Epithel nur der Raumauskleidung diene.

WITTE (1924), KNICK u. WITTE (1928), EISINGER (1929), KRIEGSMANN (1931), BARTH (1935), PETSCH (1942) und RUCKENSTEINER u. PRIETZEL (1943) u.a. fanden bei ihren röntgenologischen Untersuchungen eine gute Pneumatisation an Personen, die im frühen Kindesalter schwere Otitiden durchgemacht hatten. Ihre Ergebnisse sprechen gegen WITTMAACKs Auffassung der Pneumatisationsstörung als Folge eines schleimhautverändernden entzündlichen Reizes, dem auch O. MEYER (1924), MARX (1930, 1947), RÜEDI (1937, 1939) u.a. keine Bedeutung beimessen.

OJALA (1950) schloß aus seinen Beobachtungen der Repneumatisation, daß das Epithel auch bei der normalen Pneumatisation keine bedeutende Rolle spielen könne.

Eine größere Gruppe von Autoren stellte hereditäre Momente, wie die Schleimhautkonstituion in den Vordergrund der Betrachtung (MOURET 1928, ALBRECHT 1924, 1930, ALBRECHT u. SCHWARZ 1933, M. SCHWARZ 1929-1937, E. OKASAKI 1934, M. OKASAKI 1936, STURM 1949, H.W. SCHWARTZ 1951, MITSUMASU 1955, RAUCH 1956).

Die Knochenstruktur und Masse hat eine große Bedeutung sowohl für die Art der Entwicklung wie für die Ausdehnung der Pneumatisation. Die besten Voraussetzungen bietet der grazile, diploetische Knochen. In ihm bilden sich zahlreiche große Lufträume (PAULLI 1900, WITTMAACK 1918, WAGENER 1921, PEREZ 1922, van GILSE 1922, 1925, ALBRECHT 1931, ECKERT-MÖBIUS 1933, 1938, RAINER 1938, BERGER 1942, STEURER 1931, 1948).

WEIDENREICH (1924) und HOFFMANN (1926) erklären die Pneumatisation funktionell.

ECKERT-MÖBIUS (1928, 1937) und GÜNNEL (1957) sehen den Pneumatisationsvorgang trophisch-funktionell. Während des Knochenwachstums findet in der Periostnähe Knochenapposition statt. Im Innern ist das Felsenbein gefäßarm. Durch "wachstumsmäßig bedingte örtliche Stoffwechselstörungen" kommt es zu regressiven Veränderungen bis zur Resorption der auch funktionell nicht beanspruchten Bezirke.

Von TURNER u. PORTER (1922), TALPIS u. LIEBERMANN (1927) und BAUER (1937) wurden Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Schädelform bzw. Masse und Pneumatisationsgrad angestellt. TURNER u. PORTER fanden bei brachycephalen Rassen eine bessere Pneumatisation als bei dolichocephalen und bei den europäischen Mischvölkern wiederum eine schlechtere als bei denen mit reinen Schädelformen. BAUER fand bei den Brachycephalen für Männer einen etwas niedrigeren Prozentsatz mit guter Pneumatisation als für Frauen. THEISSING (1930) konnte diese Feststellungen nicht bestätigen.

HESSE (1928) suchte nach einer Beziehung zwischen Blutgruppenzugehörigkeit und Pneumatisation, fand jedoch in allen Gruppen ähnliche Verhältnisse.

VUL'FSON (1951) fand bei Säuglingen eine Abhängigkeit des Pneumatisationsgrades vom Ernährungszustand. Normotrophe Kinder hatten eine gute, dystrophe eine gehemmte Pneumatisation.

Nach PÜSCHEL u. SCHLOSSHAUER (1955) u.a. finden sich bei endokrinen Störungen auch pathologische Pneumatisationsformen. Sie beobachteten bei der Akromegalie eine extrem und beim hypophysären Zwergwuchs eine mangelhaft angelegte Hohlraumbildung.

Unter dem Sammelbegriff der mechanischen Momente im Rahmen des Pneumatisationsproblems wurde die Zugwirkung der am Processus mastoideus ansetzenden Mm. sternocleidomastoideus et splenius capitis mehrfach besprochen (PEREZ 1922, PRÖTZ 1922, KRAINZ 1924, GRAHE 1928, YANG 1928, LOEBELL 1937). Sie ist aber wohl von begrenzter Bedeutung.

Nach neueren experimentellen Untersuchungen von LINK u. HANDL (1954), HANDL u. LINK (1954), HANDL (1957, 1960) und TIEDEMANN u. HANDL (1957, 1958) nimmt der Binnenohrluftdruck eine besondere Stellung unter den lokal auf die Pneumatisation einwirkenden Faktoren ein.

Bereits WREDEN (1868) machte den Luftdruck für die Atrophie des myxomatösen Gewebes in der Paukenhöhle verantwortlich. Der Atmungsdruck sollte die Luft durch die Tube drücken.

SECCHI (1890) fand in der Paukenhöhle von Katzen und Hunden einen Überdruck von 3mm Alkohol bei direkter Messung. Er führte den Überdruck auf den Schluckakt und auf Zustandsänderungen der Paukenhöhlenmuskulatur zurück. Aus seinen Feststellungen zog er jedoch keine Schlüsse auf die Pneumatisation.

FRERS (1911) ging von den Experimenten SECCHIs aus. Er sah den dauernden Luftüberdruck sowie häufige Druckschwankungen durch Atmung, Schlucken, starke Schalleinwirkungen, Niesen u.a.m. als Reizmomente für die Schleimhaut an. Sie sollte so gedehnt und zum Wachstum in den Knochen hinein angeregt werden, um dort "flaschen-, keulen-, blasenförmige" Hohlräume zu bilden.

Ebenso hielt KRAINZ (1924) in seiner Pneumatisationstheorie den Überdruck für das treibende Moment der Pneumatisation. Den endgültigen inneren Aufbau des Warzenfortsatzes erklärte er funktionell.

BROCK (1926) sah in der Luft, die nach der Geburt in die Paukenhöhle dringt, den Reizfaktor, der den Epithelluftsack zur Ausdehnung anregt.

BECK (1926) lehnte das mechanische Prinzip ab. Für ihn war der Luftdruck nur ein zusätzlicher Reizfaktor.

SINGER (1932) wiederum erkannte den Luftdruck als den auslösenden Reiz an, der das Knochengewebe zu den Umbildungsvorgängen veranlaßt.

OPHEIM (1944) dagegen hielt diese Wirkung des Luftdrucks für unwahrscheinlich.

OJALA (1950) nahm als Voraussetzung für die Hohlraumbildung ein "Druckgleichgewicht" zwischen dem inneren Druck der größer werdenden Mittelohrräume und dem Gewebsdruck an. Die von ihm (1957) zur Stützung dieser Annahme durchgeführten Experimente am Hühnchenhumerus führten wie bei GREVEN (1955) nach Verschluß des Foramen pneumaticum zum Stillstand der Pneumatisation. GREVEN (1955) schloß daraus, daß der Luftsack im präformierten Knochen eine aktive, raumbildende Funktion habe.

LINK u. HANDL (1954) fanden beim Meerschweinchen in der Paukenhöhle einen ständigen Überdruck von 2 mm Alkohol, auf den zusätzlich Schwankungen aufgepfropft waren - unabhängig von Atmung, Schlukken etc. Sie schrieben den Überdruck einem Pumpmechanismus der Tube zu, der an den Gefäßapparat gebunden sein soll, da er durch vegetativ wirksame Substanzen beeinflußbar - also mit glatter Muskulatur verbunden ist (HANDL u. LINK 1954, HANDL 1958). Außer in der Gefäßmuskulatur gibt es jedoch keine glatte Muskulatur in der Tube. HANDL (1959) stützt sich weiter auf die Beobachtung von Tubenklaffen nach operativer Kontinuitätsstörung des N. petrosus superficialis major und minor, in dem er die vasodilatatorischen Versorgungsbahnen für die gesamte Tube sieht.

LINK u. HANDL (1954) wiesen am Meerschweinchen einen Zusammenhang zwischen der Größe des Mittelohrluftdrucks und dem Ausmaß der Hohlraumbildung nach. Durch Pharmaca (SCHÜLLER 1957,

LUDERS 1958, HEIN 1958) und auch rein mechanisch (KREUZER 1954, wurde der Binnenohrluftdruck erhöht und als Folge eine verstärkte Osteoklastentätigkeit beobachtet. Nach länger währendem Unterdruck waren die Osteoblasten vermehrt.

Für alle Autoren, die im Luftdruck des Mittelohres den entscheidenden Faktor für die Pneumatisation sahen, war die Luftdurchgängigkeit der Tube Voraussetzung. ZÖLLNER (1942) hielt die Regelung des Luftdruckgleichgewichtes zwischen Mittelohr und Außenwelt für die wesentliche Aufgabe der Tube. Ihre quergestreifte Muskulatur soll sie öffnen, die elastischen Kräfte des Tubenknorpels sowie das Fasersystem des Schleimhautrohres und der Gewebsdruck schließen. Wie GYERGYAY (1932) nimmt ZÖLLNER einen muskulär bedingten variablen Tonus an.

MINK (1935) schrieb dem Ganglion oticum Einfluß auf den myotonen Reflexablauf zu.

Das Krankheitsbild der Gaumenspalten, meist verbunden mit kompletter Pneumatisationshemmung, wurde als Beispiel für die Bedeutung einer gestörten Tubenventilation betrachtet (LINK u. HANDL 1954). Auch SCHWARZ (1952), der die Pneumatisationshemmung im Gesamtkomplex der Mißbildung betrachtete, gestand dem mechanischen Moment des Luftdrucks mitbestimmenden Einfluß auf die Pneumatisation zu.

Das physiologische Verhalten der Tube wurde vielfach untersucht (LUCAE 1864, POLITZER 1865, GYERGYAY 1932, PERLMANN 1939, 1951, DISHOECK 1948, 1952, GAINI 1957, TUKAMOTO u. DATE 1957 u. a.). Vielfach wurden vom indirekt gemessenen Paukendruck Schlüsse auf das Verhalten der Tube gezogen (POLITZER 1865, LUCAE 1866, HARTMANN 1879, ARMSTRONG u. HEIM 1937, DISHOECK 1941, 1947, KANATANI u. TSUGAWA 1953). Der absolute Paukeninnendruck ließ sich jedoch nicht indirekt bestimmen. Erst HANDL (1958) gelang es, in direkter Messung einen durchschnittlichen Luftüberdruck von 1,9 mm/0,3 m^2 Alkohol bei 27 normal pneumatisierten Ohren zu ermitteln, während er bei zwei komplett pneumatisationsgenommten Ohren einen Unterdruck von 1,5 mm/0,3 m^2 Alkohol fand.

Bei Meerschweinchen sind nach HANDL (1957) die Druckverhältnisse im Mittelohr bedingt durch eine myotympanale und eine tubare Komponente. Er konnte Einzelheiten über eine Tubengefäßdynamik aussagen. Im weiteren sahen TIEDEMANN u. HANDL (1957, 1958) in histologischen Untersuchungen am gleichen Tier das morphologische Substrat der Tubenmotorik in neurovaskulären Regulationseinrichtungen, die ihrer Ansicht nach die Fähigkeit besitzen, Turgorveränderungen in den peritubaren Gewebsräumen zu bewirken. Die Funktion der Tube sahen sie in der Pufferung gegen physiologische Außendruckschwankungen und in einer gerichteten Massagewirkung auf die Luftsäule in der Tube.

Zusammenfassend lassen sich die Anschauungen über die wesentlichen Faktoren der Pneumatisation des Warzenfortsatzes in zwei Hauptgruppen ordnen:

1.) Auf Grund der morphologischen Betrachtungsweise wird das Pneumatisationsproblem als Schleimhautproblem gesehen. Der

Zustand der Schleimhaut wird ursächlich für den Grad der Pneumatisation verantwortlich gemacht.

2.) Die funktionelle Betrachtungsweise versteht die Knochenbildung wie die Pneumatisation ausgelöst und gebunden an statische und dynamische Belastungen. Als solche werden vor allem der auf Grund der Tubenfunktion im Mittelohrraum herrschende Luftüberdruck und die darauf aufgesetzten Druckschwankungen angesehen. Diese Ansicht ließ sich durch Experimente am Tier stützen. Sie läßt die von den anderen Theorien in den Vordergrund gebrachten Faktoren als Teilfaktoren erkennen, denen sekundäre Bedeutung zukommt.

Die Repneumatisation der Mittelohrräume

Über die Pneumatisation des Warzenfortsatzes nach Antrotomie im frühen Kindesalter liegen bereits einige Röntgenologische Untersuchungen vor. Ihre Ergebnisse differieren zwar, jedoch bestätigen sie die Möglichkeit der Wiederherstellung und Weiterentwicklung einer Pneumatisation nach einer Aufmeißelung. Im folgenden wird eine Übersicht über die Untersuchungsergebnisse von 6 Autoren gegeben.

EISINGER (1929) fand bei 16 Kindern, von denen 12 im Alter von 2 bis 12 Monaten und 4 im Alter von 12 bis 18 Monaten wegen akuter Otitis und Periostalabzeß operiert worden waren, 6 Jahre später folgende Pneumatisationsverhältnisse: Die Warzenfortsätze von 7 Kindern waren gut bis normal pneumatisiert - 6 dieser Kinder waren bei der Operation unter einem Jahr alt. Bei 2 Kindern war die Pneumatisation mittelgut und bei 7 Kindern fast völlig oder völlig gehemmt.

LOEBELL (1931) untersuchte 21 Kinder 3 bis 15 Jahre nach der Operation, die im Alter von 4 bis 24 Monaten vorgenommen worden war; und zwar in 14 Fällen doppelseitig und in 7 Fällen einseitig. Er fand bei 7 Kindern eine normale Pneumatisation vor. 14 Kinder zeigten eine gehemmte Pneumatisation, 8 davon vorwiegend auf der operierten Seite. Auf der nichtoperierten Seite waren die Pneumatisationsverhältnisse bei 9 doppelseitig erkrankten Kindern etwa die gleichen wie bei der nur einseitig erkrankten. Im Alter bis zu 1 Jahr wurden 6 Kinder einseitig antrotomiert; 3 von ihnen zeigten dann links wie rechts die gleiche Zellbildung bzw. Hemmung, während die anderen 3 Kinder auf der operierten Seite eine etwas schlechtere Zellbildung aufwiesen. 2 Kinder aus derselben Altersgruppe wurden beidseitig operiert und zeigten dann eine seitengleiche Hemmung. Im Alter zwischen 1 und 2 Jahren wurden 13 Kinder einseitig antrotomiert. Bei 7 = 54% von ihnen fand sich dann beiderseits eine gleich gute bzw. gehemmte Pneumatisation, während sie bei 1 Kind = 8% auf der operierten Seite etwas schlechter und bei 5 Kindern = 38% wesentlich schlechter war. Tabellarisch ergibt sich folgendes Bild, wenn die operierte Seite der nichtoperierten Seite gegenübergestellt wird:

Operierte Seite		Nichtoperierte Seite		
Grad der Pneumatisation		Grad der Pneumatisation		
		gering	mittel	gut
gering	3	1	2	-
mittel	1	-	-	1
gut	2	-	-	2

Tabelle 1: Pneumatisation der Warzenfortsätze von 6 Kindern, die im Alter von 4 bis 12 Monaten einseitig antrotomiert wurden (nach LOEBELL zusammengestellt)

Operierte Seite		Nichtoperierte Seite			
Grad der Pneumatisation		Grad der Pneumatisation			
		keine	gering	mittel	gut
keine	7	2	-	5	-
gering	2	-	1	1	-
mittel	-	-	-	-	-
gut	4	-	-	-	4

Tabelle 2: Pneumatisation der Warzenfortsätze von 13 Kindern, die im Alter von 1 bis 3 Jahren einseitig mastoidektomiert wurden (nach LOEBELL zusammengestellt)

BARTH (1935) untersuchte 2 Gruppen von Kindern 5 bis 12 Jahre nach der Operation. Die erste Gruppe bestand aus 19 Kindern, die zwischen dem 4. und 18. Lebensmonat antrotomiert worden waren. Von diesen hatten 7 Kinder noch längere Zeit Ohrenbeschwerden; 4 zeigten dann eine Hemmung, 3 eine Pneumatisation. 3 Kinder mit Narbenrecidiv hatten eine völlige Pneumatisationshemmung auf der operierten Seite, aber eine sehr gute Zellenentwicklung auf der anderen Seite. 9 Kinder schließlich machten keine weiteren Mittelohrentzündungen durch. Zur Zeit der Operation hatten 4 von letzteren eine einseitige Otitis media und 5 eine doppelseitige. Aber nur ein Kind wurde auf beiden Seiten antrotomiert. Dieses zeigte später eine ideale Pneumatisation. Bei den anderen 8 Kindern war in 3 Fällen die Zellbildung sehr gut oder gut, in 3 Fällen mäßig gut und in 2 Fällen gehemmt. Die nur einseitig erkrankten Kinder zeigten keinen beträchtlichen Unterschied zwischen beiden Warzenfortsätzen. Bei den beidseitig erkrankten, aber nur einseitig operierten Kindern war die nichtoperierte Seite besser pneumatisiert. Auszugsweise lassen sich folgende Vergleichszahlen für das Verhältnis der operierten Seite zur nichtoperierten anführen:

Operierte Seite		Nichtoperierte Seite		
Grad der Pneumatisation		Grad der Pneumatisation		
		gehemmt	mäßig	gut-sehr gut
gehemmt	9	3	3	3
mäßig	6	-	3	3
gut-sehr gut	3	-	1	2

Tabelle 3: Pneumatisation der Warzenfortsätze von 18 Kindern, die im Alter von 4 bis 18 Monaten einseitig operiert wurden (nach BARTH zusammengestellt)

In 1 Fall = 6% war die operierte Seite besser pneumatisiert als die nichtoperierte, in 8 Fällen = 44% war die Pneumatisation gleich. In 6 Fällen = 33% war die operierte Seite etwas schlechter und in 3 Fällen = 17% wesentlich schlechter pneumatisiert als die nichtoperierte. Die zweite von BARTH untersuchte Gruppe bestand aus 10 Kindern, die im Alter von 3 bis 7 Jahren antrotomiert worden waren. Von diesen zeigten 3 Kinder eine Hemmung und 7 Kinder eine Pneumatisation, die auf der operierten Seite geringer war, obwohl sie dort zum Zeitpunkt der Operation bereits gut entwickelt war.

PETSCH (1942) untersuchte 20 Kinder. Bei der Operation waren sie unter 1 Jahr und bei der Kontrolle über 5 Jahre alt. Sie wurden alle nur einseitig antrotomiert. Das Zellbild machte auf der operierten Seite im allgemeinen einen etwas gröberen, ungeordneten Eindruck. Der Vergleich der operierten Seite mit der nichtoperierten ergab hinsichtlich der Zellbildung: 2 mal (10%) war die Ausdehnung auf der operierten Seite besser, 7 mal (35%) auf beiden Seiten gleich, 8 mal (40%) nur etwas geringer und 3 mal (15%) wesentlich geringer. Detailliert lassen sich die Ergebnisse wie folgt zusammenstellen:

Operierte Seite		Nichtoperierte Seite			
Grad der Pneumatisation		Grad der Pneumatisation			
		gehemmt	mittelmäßig	gut	ausgedehnt
gehemmt	3	-	1	2	-
mittelmäßig	6	-	-	5	1
gut	8	-	1	5	2
ausgedehnt	3	-	-	1	2

Tabelle 4: Pneumatisation der Warzenfortsätze von 20 Kindern, die im Alter bis zu 1 Jahr einseitig antrotomiert wurden (nach PETSCH zusammengestellt)

RUCKENSTEINER u. PRIETZEL (1947) berichteten über 34 Kinder, von denen 14 in der 1. Entwicklungsperiode (nach WITTMAACK) und 20 in der 2. Entwicklungsperiode der Pneumatisation antrotomiert wurden. In der 1. Gruppe stellten sie keine Hemmung der Pneu-

matisation durch die Operation fest. Die beobachtete vollständige Hemmung bei 21,5% der Fälle hielten sie nach LOEBELL für normal - LOEBELL (1931) fand bei Ohrnormalen in 23% der Untersuchten völlige Hemmung. In der 2. Gruppe stellten sie eine leichtere Hemmbarkeit der Pneumatisation durch Entzündung und Operation fest. Sie faßten ihre Ergebnisse in einer Tabelle zum Vergleich der operierten mit der nichtoperierten Seite zusammen. Darin sind 3 beidseitig operierte Kinder enthalten; bei ihnen war die Pneumatisation auf beiden Seiten gleich. Nach Abzug dieser 3 Fälle ergeben sich folgende Zahlen: Von 13 in der 1. Entwicklungsperiode einseitig operierten Kindern zeigten 7 = 54% auf beiden Seiten die gleiche Zellausdehnung. Bei 5 Kindern = 39% war sie auf der operierten Seite etwas geringer und bei 1 Kind = 7% wesentlich geringer. Bei den 18 in der 2. Entwicklungsperiode einseitig antrotomierten Kindern fanden sie die Pneumatisation in 5 Fällen = 28% auf beiden Seiten gleich weit ausgedehnt. In 8 Fällen = 44% war sie auf der operierten Seite etwas geringer und in 5 Fällen = 28% wesentlich geringer.

PETRI (1954) stellte zur Untersuchung des Einflusses einer akuten Mittelohrenentzündung im frühen Kindesalter auf die Pneumatisation ein Material von 76 Fällen zusammen. Darin sind 19 Kinder enthalten, die antrotomiert wurden, und zwar im Alter von 5 bis 12 Monaten 6 Kinder einseitig und 2 Kinder beidseitig und im Alter von 1 bis 3 Jahren 7 Kinder einseitig und 4 Kinder beidseitig. Die Nachuntersuchung fand 1 1/2 bis 11 Jahre nach der Operation statt. Sie zeigte bei den 6 einseitig operierten Kindern der 1. Altersgruppe auf beiden Seiten jeweils den gleichen Pneumatisationsgrad, während von den 7 einseitig operierten Kindern der 2. Altersgruppe 2 = 29% auf der operierten Seite etwas schlechter und 5 = 71% auf beiden Seiten gleich pneumatisiert waren. Detailliert lassen sich folgende Vergleichszahlen für das Verhältnis der operierten Seite zur nichtoperierten im Auszug anführen:

Operierte Seite		Nichtoperierte Seite		
Grad der Pneumatisation		Grad der Pneumatisation		
		gehemmt	gering	gut
gehemmt	1	1	-	-
gering	1	-	1	-
gut	4	-	-	4

Tabelle 5: Pneumatisation der Warzenfortsätze von 6 Kindern, die im Alter von 5 bis 12 Monaten einseitig antrotomiert wurden (nach PETRI zusammengestellt)

Operierte Seite		Nichtoperierte Seite		
Grad der Pneumatisation		Grad der Pneumatisation gehemmt	gering	gut
gehemmt	2	-	2	-
gering	2	-	2	-
gut	3	-	-	3

Tabelle 6: Pneumatisation der Warzenfortsätze von 7 Kindern, die im Alter von 1 bis 3 Jahren einseitig antrotomiert wurden (nach PETRI zusammengestellt)

Bei den 2 doppelseitig antrotomierten Kindern der 1. Gruppe war in 1 Warzenfortsatz die Pneumatisation gehemmt. 2 Warzenfortsätze waren gering und 1 gut pneumatisiert. Die beiden Seiten unterschieden sich jeweils nur wenig. Bei den 4 doppelseitig antrotomierten Kindern der 2. Altersgruppe fanden sich 2 Warzenfortsätze mit gehemmter Pneumatisation. 5 waren gering und 1 war gut pneumatisiert. Bei 2 Kindern war die Pneumatisation auf beiden Seiten gleich gering entwickelt; die anderen 2 Kinder wiesen auf beiden Seiten eine sehr unterschiedliche Zellbildung auf.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Ergebnisse die Möglichkeit einer Repneumatisation zeigen. Über das Ausmaß differieren die Autoren zwischen 30% der Fälle (LOEBELL 1931) und 85% der Fälle (PETSCH 1942). Entsprechend geben sie ein Zurückbleiben der Pneumatisation auf der operierten Seite gegenüber der nichtoperierten Seite zwischen 55% der Fälle (PETSCH 1942) und 0% (PETRI 1954) bei Kindern, deren Operationsalter unter 1 Jahr lag, an. Bei Kindern, die im Alter zwischen 1 und 3 Jahren operiert wurden, liegen die Werte zwischen 72% (RUCKENSTEINER u. PRIETZEL 1947) und 29% der Fälle (PETRI 1954). Die Zahlen lassen nicht eindeutig erkennen, ob im allgemeinen die Kinder unter 1 Jahr oder die über 1 Jahr die besseren Aussichten auf Repneumatisation nach einer Antrotomie haben.

Eigene Untersuchungen an 55 Kindern

Die eigenen Untersuchungen über die Repneumatisation des Warzenfortsatzes wurden an 55 Kindern angestellt, die in der Hals-Nasen-Ohrenklinik der Freien Universität Berlin mastoidektomiert worden waren: 30 im Alter von 2 Wochen bis zu 1 Jahr und 25 im Alter von 1 Jahr bis zu 7 Jahren. Das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Operation lag in der 1. Gruppe bei 5 1/2 Monaten, in der 2. Gruppe bei 32 Monaten. In der 1. Gruppe wurden 17 Kinder einseitig und 13 Kinder beidseitig mastoidektomiert, in der 2. Gruppe 21 Kinder einseitig und 4 Kinder beidseitig. Der Abstand zwischen Operation und Nachuntersuchung lag zwischen 1 1/4 und 10 Jahren. Bei der Klassifizierung der Röntgenbilder (nach A. SCHÜLLER 1912) wurde die von OPHEIM (1941)

vorgeschlagene Einteilung zugrunde gelegt, die 5 Pneumatisationsgrade vorsieht:

0 = keine Pneumatisation

I = geringe, periantral begrenzte Pneumatisation

II = mittelmäßige)

III = gute) Pneumatisation

IV = sehr gute, ausgedehnte)

Mädchen und Knaben werden nicht gesondert aufgeführt, da die Pneumatisation beim männlichen und weiblichen Geschlecht keinen merklichen Unterschied zeigt (SILBIGER 1951).

a) Einseitig operierte Kinder

Die Nachuntersuchung ergab bei den 38 einseitig mastoidektomierten Kindern beider Altersgruppen folgende Pneumatisationsverhältnisse auf der operierten Seite: Keine Pneumatisation bei 1 Kind = 3% der Fälle, geringe Pneumatisation bei 11 Kindern = 29%, mittelmäßige Pneumatisation bei 18 Kindern = 47%, gute Pneumatisation bei 7 Kindern = 18% und ausgedehnte Pneumatisation bei 1 Kind = 3%.

Beim Vergleich mit der nichtoperierten Seite zeigt sich bei 1 Kind = 3% eine bessere Pneumatisation auf der operierten Seite; bei 18 Kindern = 47% ist sie auf beiden Seiten gleich. Bei 11 Kindern = 29% ist die operierte Seite des Warzenfortsatzes etwas schlechter und bei 8 Kindern = 21% wesentlich schlechter pneumatisiert (s. Tabelle 7 und 11).

Operierte Seite		Nichtoperierte Seite				
Grad der Pneumatisation	Zahl der Kinder	Pneumatisationsgrade 0	I	II	III	IV
0	1	1	-	-	-	-
I	11	-	2	3	4	2
II	18	-	1	9	6	2
III	7	-	-	-	5	2
IV	1	-	-	-	-	1

Tabelle 7: Pneumatisation der Warzenfortsätze von 38 Kindern, die im Alter von 2 Wochen bis zu 7 Jahren einseitig mastoidektomiert wurden

Die Verhältnisse ändern sich jedoch in bemerkenswerter Wiese bei getrennter Betrachtung der beiden Altersgruppen. Von den 17 Kindern der 1. Gruppe zeigen 4 = 23,5% eine geringe Pneumatisation, 8 Kinder = 47% eine mittelmäßige, 4 = 23,5% eine gute und 1 Kind = 6% eine ausgedehnte Pneumatisation auf der operierten Seite (s. Tabelle 10).

Operierte Seite		Nichtoperierte Seite				
Grad der Pneumatisation	Zahl der Kinder	Pneumatisationsgrade 0	I	II	III	IV
0	-	-	-	-	-	-
I	4	-	2	1	-	1
II	8	-	1	5	1	1
III	4	-	-	-	3	1
IV	1	-	-	-	-	1

Tabelle 8: Pneumatisation der Warzenfortsätze von 17 Kindern, die im Alter von 2 Wochen bis zu 12 Monaten einseitig mastoidektomiert wurden

Bei den 4 Kindern mit geringer Pneumatisation sind folgende Einzelheiten erwähnenswert: Das Kind Roswitha S. hat eine chronische Otitis media beiderseits, das linke Trommelfell ist retrahiert. Außerdem liegt eine leichte Schalleitungsschwerhörigkeit vor, rechts etwas stärker als links. Die Pneumatisation ist auf beiden Seiten gleich gering entwickelt. Das Kind Christine D. hatte bis vor 2 Jahren häufig recidivierende Otitiden. Es neigt zu langanhaltender Rhinitis und hat große Adenoide. Das Trommelfell ist auf der operierten Seite etwas eingezogen und auf der anderen Seite extrem eingezogen. Auf beiden Seiten liegt eine leichte Schalleitungsschwerhörigkeit vor. Die Pneumatisation ist auf beiden Seiten gleich gering. Das Kind Wolfgang F. hatte häufig mit Ohrenschmerzen zu tun. Auf der nichtoperierten Seite ist die Pneumatisation mittelmäßig. Das Kind Johanna P. hatte eine Otitis media beiderseits nach Masern, die auf der dann operierten Seite chronisch wurde. Es liegt ein Trommelfelltotaldefekt vor. Die Paukenschleimhaut ist hyperplastisch. Die Tube ist bei Politzern durchgängig. Weiter besteht auf dieser Seite eine Schalleitungsschwerhörigkeit. Auf der anderen Seite ist die Pneumatisation sehr gut.

Von den 8 Kindern mit mittelmäßiger Pneumatisation sind 2 unauffällig. Das Kind Karin B. hatte eine Otitis media beiderseits, wurde jedoch nur rechts mastoidektomiert, links genügte eine Paracentese. Es machte später noch einige leichte Entzündungen durch. Bei dem Kind Hubert S. traten seit der Operation zweimal Ohreiterungen beiderseits auf, bei dem Kind Doris T. einmal. Das Kind Christina H. hatte 3 Jahre nach der Mastoidektomie eine Otitis media auf der operierten Seite. Eine Paracentese mußte vorgenommen werden. Die Pneumatisation ist bei diesen 4 Kindern auf beiden Seiten gleich. Das Kind Birgit S. wurde zur gleichen Zeit auf der anderen Seite paracentesiert. Jetzt ist dort die Pneumatisation sehr gut. Bei dem Kind Bärbel H. mußte 4 Monate nach der Mastoidektomie ein Narbenrecidiv operiert werden. Auf beiden Seiten liegt eine leichte Schalleitungsschwerhörigkeit vor. Die Pnaumatisation hat sich paradox entwickelt. Sie ist auf der operierten Seite besser als auf der nichtoperierten.

Von den 4 Kindern mit guter Pneumatisation sind 2 unauffällig. Das Kind Wolfgang S. hatte zum Zeitpunkt der Operation eine doppelseitige Otitis media. Jetzt ist die Hohlraumbildung auf beiden Seiten gleich gut. Das Kind Manfred K. mußte 1 Monat nach der Operation nochmals operiert werden. Nun ist die Pneumatisation auf der anderen Seite besser.
Das Kind Jürgen W. zeigt auf beiden Seiten eine sehr gute Pneumatisation. Es machte 1 Monat nach der Operation auf der anderen Seite eine Otitis media durch (s. Tabelle 8).

Operierte Seite		Nichtoperierte Seite				
Grad der Pneumatisation	Zahl der Kinder	Pneumatisationsgrade 0	I	II	III	IV
0	1	1	-	-	-	-
I	7	-	-	2	4	1
II	10	-	-	4	5	1
III	3	-	-	-	2	1
IV	-	-	-	-	-	-

Tabelle 9 : Pneumatisation der Warzenfortsätze von 21 Kindern, die im Alter von 1 bis 7 Jahren einseitig mastoidektomiert wurden

Der Processus mastoideus ist im Verhältnis zur nichtoperierten Seite auf der operierten Seite bei 1 Kind = 3% besser pneumatisiert, bei 11 Kindern = 64% gleich gut, bei 3 Kindern = 18% etwas schlechter und bei 2 Kindern = 12% wesentlich schlechter (s. Tabelle 11).

Grad der Pneumatisation	Gesamt 38 Ohren in %		unter 1 Jahr 17 Ohren in %		über 1 Jahr 21 Ohren in %	
0	1	(3 %)	-	-	1	(5 %)
I	11	(29 %)	4	(23,5 %)	7	(33 %)
II	18	(47 %)	8	(47 %)	10	(48 %)
III	7	(18 %)	4	(23,5 %)	3	(14 %)
IV	1	(3 %)	1	(6 %)	-	-

Tabelle 10 : Pneumatisation der Warzenfortsätze von 38 Kindern, die im Alter von 2 Wochen bis zu 7 Jahren einseitig mastoidektomiert wurden

Die Pneumatisationsverhältnisse bei den 21 Kindern der 2. Altersgruppe, die einseitig operiert wurden, geben folgendes Bild: 1 Kind = 5% zeigt eine komplette Hemmung. Bei 7 Kindern = 33% ist die Pneumatisation nur schwach entwickelt, bei 10 Kindern = 48% ist sie mittelmäßig und bei 3 Kindern = 14% gut (s. Tabelle 10).

Das Kind Jutta T. hat eine doppelseitige Schalleitungsschwerhörigkeit. Das Trommelfell der operierten Seite gibt einen aufgesplitterten Reflex; das Trommelfell der anderen Seite weist narbige Veränderungen auf. Auf beiden Seiten ist der Torus tubarius höckerig - wohl als Ausdruck einer lymphatischen Hyperplasie. Die Pneumatisation ist auf beiden Seiten komplett gehemmt.

Von den 7 Kindern mit geringer Pneumatisation sind 3 unauffällig. Bei dem Kind Uwe S. wurde wegen doppelseitiger Otitis media zur selben Zeit auf der anderen Seite eine Paracentese gemacht. Diese Seite ist jetzt mittelmäßig pneumatisiert. Bei dem Kind Herbert J. mußte 3/4 Jahre nach der Mastoidektomie ein Narbenrecidiv operiert werden. Jetzt zeigt die operierte Seite eine leichte Schalleitungsschwerhörigkeit. Die Pneumatisation auf der anderen Seite ist mittelmäßig. Bei dem Kind Günter L. ist auf der operierten Seite das Trommelfell etwas retrahiert. Die Pneumatisation auf der anderen Seite ist gut. Das Kind Claudia S. hat auf der operierten Seite eine Schalleitungsschwerhörigkeit von 30 dB in den tiefen und von 20 dB in den hohen Frequenzen. Das Trommelfell ist stark verdickt und zeigt eine zentrale, atrophische Narbe, die nach außen vorgewölbt ist. Die Pneumatisation auf der anderen Seite ist gut.

Unter den 10 Kindern mit mittelmäßiger Pneumatisation sind 6 unauffällig. Bei dem Kind Bärbel M. ist die Tube auf der operierten Seite verengt. Die Pneumatisation auf der anderen Seite ist gut. Das Kind Ursula S. hat einen leichten Tubenkatarrh auf der operierten Seite, das Trommelfell ist etwas retrahiert. Die Pneumatisation auf der anderen Seite ist gut. Das Kind Martina W. zeigt eine leichte Schalleitungsschwerhörigkeit auf der operierten Seite; das Trommelfell ist retrahiert. Die Pneumatisation auf der anderen Seite ist sehr gut. Das Kind Ursula P. hat eine starke Schalleitungsschwerhörigkeit auf der operierten Seite, für die eine durch das Trommelfell sichtbare Subluxation des Ambosses angeschuldigt werden muß. Die Pneumatisation auf der anderen Seite ist gut (s. Tabelle 9).

Beim Vergleich mit der nichtoperierten Seite zeigt sich bei 7 Kindern = 33% die operierte Seite gleich gut pneumatisiert, bei 8 Kindern = 38% etwas schlechter und bei 6 Kindern = 29% wesentlich schlechter (s. Tabelle 11).

Operierte Seite	Gesamt 38 Kinder	unter 1 J. 17 Kinder	über 1 J. 21 Kinder
besser pneumat.	1(3%)	1(6%)	- -
gleich gut pneumat.	18(47%)	11(64%)	7 (33 %)
etwas schlechter "	11(29%)	3(18%)	8 (38 %)
wesentlich " "	8(21%)	2(12%)	6 (29 %)

Tabelle 11: Verhältnisse des Pneumatisationsgrades der operierten Seite zu dem der nichtoperierten bei 38 Kindern, die im Alter von 2 Wochen bis zu 7 Jahren einseitig mastoidektomiert wurden.

b) Doppelseitig operierte Kinder

Auch bei den beidseitig operierten 17 Kindern werden die Ergebnisse der Nachuntersuchung zuerst für beide Altersgruppen zusammen und dann getrennt beschrieben (s. Tabelle 12).

Grad der Pneumatisation	Gesamt 34 Ohren	unter 1 Jahr 26 Ohren	über 1 Jahr 8 Ohren
0	1(3%)	- -	1 (12 %)
I	1(3%)	- -	1 (12 %)
II	13(39%)	9 (35 %)	4 (50 %)
III	8(23%)	8 (30 %)	- -
IV	11(32%)	9 (35 %)	2 (25 %)

Tabelle 12: Pneumatisationsgrad der Warzenfortsätze von 17 Kindern, die im Alter von 2 Wochen bis zu 7 Jahren beidseitig mastoidektomiert wurden.

Von den 34 Ohren ist 1 Ohr = 3% überhaupt nicht pneumatisiert und 1 Ohr = 3% nur gering. 13 Ohren = 38% zeigen eine mittelmäßige, 8 Ohren = 24% eine gute und 11 Ohren = 32% eine ausgedehnte Pneumatisation.

Beim Vergleich der beiden Ohren findet sich bei 12 Kindern auf beiden Seiten der gleiche Pneumatisationsgrad. Bei 5 Kindern unterscheiden sich die beiden Seiten jeweils um 1 Grad (s. Tabelle 13).

Bei den 13 Kindern der 1. Altersgruppe sind 9 Ohren = 35% mittelmäßig, 8 Ohren = 30% gut und 9 Ohren = 35% ausgedehnt pneumatisiert. Eine gleich gute Zellbildung auf beiden Seiten zeigt sich bei 9 Kindern; etwas unterschiedlich ist sie bei 4 Kindern.

Zur Ergänzung mögen folgende Einzelheiten dienen. Das Kind Gerhard R. hatte mit 5 Jahren ein Narbenrecidiv links, das konservativ behandelt wurde. Mit 6 Jahren machte es auf derselben Seite eine akute Otitis media durch. Bei der Röntgenkontrolle war die Pneumatisation beiderseits mittelmäßig. Das Kind Markus L. hatte zweimal akute Otitiden beiderseits. Jetzt liegt eine hochgradige Schalleitungsschwerhörigkeit vor - rechts stärker als links. Die linke Tube ist nicht durchgängig. Die Pneumatisation ist aber wider Erwarten auf der linken Seite gut, während sie rechts, auf der Seite mit der durchgängigen Tube, nur mittelmäßig ist. Bei dem Kind Nils M. mußte 6 Monate nach der Mastoidektomie ein einseitiges Narbenrecidiv operiert werden. Das Röntgenbild zeigt jetzt auf beiden Seiten eine gute Pneumatisation. Die übrigen 10 Kinder dieser Gruppe sind unauffällig.

Pneumatisation auf beiden Seiten	Gesamt 17 Kinder	unter 1 Jahr 13 Kinder	über 1 Jahr 4 Kinder .
gleich	12 (71 %)	9 (69 %)	3 (75 %)
etwas verschieden	5 (29 %)	4 (31 %)	1 (25 %)

Tabelle 13: Verhältnis des Pneumatisationsgrades der beiden Seiten bei 17 Kindern, die im Alter von 2 Wochen bis zu 7 Jahren beidseitig mastoidektomiert wurden.

Aus der 2. Altersgruppe wurden 4 Kinder beidseitig operiert. Die Nachuntersuchung ergab: 1 Ohr = 12% komplett pneumatisationsgehemmt, 1 Ohr = 12% gering pneumatisiert, 4 Ohren = 50% mittelmässig und 2 Ohren = 25% ausgedehnt pneumatisiert. Bei 3 Kindern ist die Pneumatisation auf beiden Seiten gleich gut entwickelt, bei 1 Kind etwas unterschiedlich.

Das Kind Günther W. hatte ein Jahr nach der Operation recidivierende Mittelohrentzündungen und einen Tubenkatarrh beiderseits. Bei der Nachuntersuchung 8 Jahre später waren beide Ohren unauffällig, die Pneumatisation sehr gut. Das Kind Jürgen M. wurde mit 3 Jahren links, mit 6 Jahren rechts und dann nochmals links mastoidektomiert. Es machte mehrfach akute Otitiden durch. Links ist nur ein geringer Hörrest vorhanden; praktisch ist das linke Ohr taub. Rechts liegt eine Schalleitungsschwerhörigkeit vor. Das linke Trommelfell zeigt eine große atrophische Narbe, das rechte ist total adhaerent. Die rechte Tube ist eingeschränkt durchgängig. Auf beiden Seiten findet man eine mittelmäßige Pneumatisation. Das Kind Michael D. hatte zum Zeitpunkt der Operation einen Hydrocephalus und war allgemein sehr unterentwickelt. In der Folge hatte es häufig Ohrlaufen, neigte überhaupt zu Erkältungen verbunden mit Schwerhörigkeit. Jetzt liegt eine einseitige Schalleitungsschwerhörigkeit vor. Das Kind hat Adenoide. Bei der Untersuchung lief wieder ein Ohr. Die Pneumatisation ist auf beiden Seiten mittelmäßig. Das Kind Angelika M. zeigte bereits bei der Operation eine Pneumatisationshemmung. Es hat links häufig mit redidivierenden Otitiden zu tun. Rechts liegt eine chronische Otitis media vor. Wegen Otorrhoe mußte eine Strontiumeinlage gemachte werden. Bei der Untersuchung war das linke Trommelfell geschlossen, das rechte zeigte einen kleinen, mesotympanal gelegenen Defekt mit pulsierendem Sekret. Der linke Warzenfortsatz ist nur gering pneumatisiert, der rechte gar nicht.

Besprechung der Ergebnisse

Die eigenen Untersuchungen bestätigen die Beobachtung anderer Autoren hinsichtlich der Möglichkeit einer Repneumatisation. Um jedoch Aussagen über das Abweichen des Grades vom normalen Durchschnitt machen zu können, ist der Vergleich mit nichtoperierten Ohrgesunden erforderlich. Über die Pneumatisationsverhältnisse bei diesen wurden mehrfach Untersuchungen angestellt, jedoch meist an Erwachsenen und mit sehr unterschiedlichen Klassifikationen. Hier sollen die Zahlen von SEMERIA (1950) zum Vergleich herangezogen werden, obwohl sie nicht nur aus Untersuchungen von Kindern, sondern aller Altersstufen stammen. Sie sind neueren Datums und vor allem nach der Klassifikation von OPHEIM (1941) zusammengestellt, die auch für die eigene Arbeit zugrunde gelegt wurde. SEMERIA gibt die Häufigkeit der 5 Pneumatisationsgrade wie folgt an:

0 = 12,9 %

I = 16,0 %

II = 26,0 %

III = 30,0 %

IV = 14,6 %

Dazu erklärt er, daß in den ersten 3 Gruppen vornehmlich Menschen bis zu 60 Jahren und in den Gruppen III und IV mehr im Greisenalter vertreten sind.

Der Vergleich der Repneumatisation bei den einseitig operierten Kindern (s. Tabelle 10) mit den Zahlen von SEMERIA zeigt mit 3 % gegen 12,9% eine viel seltenere komplette Hemmung. Dagegen überwiegen im eigenen Material die gering und mittelmäßig pneumatisierten Warzenfortsätze mit 29 % und 47 % gegenüber 16 % und 26 % nach SEMERIA, während die gut und sehr gut pneumatisierten mit 18 % und 3 % gegenüber 30 % und 14,6 % zurückblieben. Allerdings sind diese hohen Pneumatisationsgrade nach SEMERIA auch erst im Greisenalter gehäuft zu finden. Es überwiegt also bei weitem die mittelmäßige Pneumatisation. Bei getrennter Betrachtung der beiden Altersgruppen unter und über 1 Jahr zeigt sich in der 1. Gruppe die größere Annäherung an die Norm und bemerkenswerterweise ein Fehlen der Hemmung.

Die beidseitig operierten Kinder weisen etwas andere Verhältnisse auf als die einseitig mastoidektomierten (s. Tabelle 12). Deshalb sollen sie getrennt besprochen werden. Der Anteil der vollständigen Hemmung ist bei ihnen mit 3 % derselbe. Jedoch die gering entwickelte Pneumatisation findet sich bei ihnen mit 3 % viel seltener, ebenso die mittelmäßige mit 39 %, womit sie noch weit über der Norm liegt (26%). In Stufe III sind 23 % gegenüber 30 % bei SEMERIA. Die Stufe IV nun endlich zeigt einen ungewöhnlich hohen Anteil. Sie beinhaltet 32 % aller Warzenfortsätze der beidseitig operierten Kinder gegenüber 14,6 % der Norm. Dieser Prozentsatz erfährt eine weitere Steigerung auf 35% bei Abtrennung der Kindergruppe über 1 Jahr. Die Kinder über 1 Jahr

selbst sind mit 25 % in dieser Stufe vertreten. Ebenso wie bei den einseitig mastoidektomierten Kindern ist auch bei den doppelseitig operierten die Repneumatisation umso besser, in je früherem Alter die Kinder operiert wurden. Dafür spricht insbesondere die in der 1. Altersgruppe mehr als doppelt so häufig gute und sehr gute Pneumatisationsentwicklung. Es zeigt sich auch am unterschiedlichen Zurückbleiben der Pneumatisation auf der operierten Seite. Während sie im Durchschnitt bei 50 % der Kinder zu beobachten ist, findet man sie in der Gruppe bis zu 1 Jahr nur bei 30 %, in der Gruppe zwischen 1 und 7 Jahren hingegen bei 68 % (s. Tabelle 11).

Ein Vergleich der eigenen Ergebnisse mit der Literatur ist nur unter Einschränkungen möglich, weil die Einteilung der Altersgruppen nicht gleich ist; ebenso variiren die Klassifikationen der Röntgenbefunde. Um eine Vergleichsmöglichkeit zu schaffen, mußten deshalb die Pneumatisationsgrade auf 3 Stufen reduziert werden. So sind die Grade 0 und I unter gehemmt zusammengefaßt und III und IV unter gut. Weiter berichten die Autoren nur über kleine Gruppen von operierten Kindern. Dadurch wirken sich Zufälligkeiten stärker aus. Hinzu kommt noch die sicher unterschiedliche Beurteilung der Aufnahmen.

Die Angaben differieren im einzelnen sehr stark. So wird in der Altersgruppe bis zu 12 Monaten - und verschiedentlich 18 Monaten - eine Hemmung in 15 % (PETSCH) bis 70 % (LOEBELL) beschrieben. Die eigenen Beobachtungen liegen dagegen bei 9 % der operierten Ohren. Die Zahlen über eine mittlere Pneumatisation schwanken zwischen 10 % (LOEBELL) und 30 % (BARTH, PETSCH, PETRI) und werden durch das eigene Ergebnis von 40 % noch erhöht. Eine gute Pneumatisation fand LOEBELL bei 20 % und PETSCH bei 55 %. Die eigenen Beobachtungen liegen bei 51 %. Sie können mit denen von PETSCH und PETRI in Beziehung gebracht werden, während sie von den übrigen Autoren mehr oder minder stark abweichen (s. Tabelle 14).

Verfasser	Operations-Alter Monate	Zahl Ohren	gehemmt	mittel	gut
EISINGER (1929)	2-18	16	7(44%)	2(12%)	7(44%)
LOEBELL (1931)	4-12	10	7(70%)	1(10%)	2(20%)
BARTH (1935)	4-18	20	9(45%)	6(30%)	5(25%)
PETSCH (1942)	bis 12	20	3(15%)	6(30%)	11(55%)
PETRI (1954)	5-12	10	2(20%)	3(30%)	5(50%)
Eigene Zahlen	0,5-12	43	4(9%)	17(40%)	22(51%)

Tabelle 14: Zahlen aus der Literatur und eigene Zahlen über die Repneumatisation der Warzenfortsätze von Kindern, die im Alter von 2 Wochen bis zu 18 Monaten mastoidektomiert wurden.

In der 2. Gruppe, zu der die Kinder in einem Operationsalter von über 1 bzw. 1 1/2 Jahren gerechnet wurden, beschreibt PETRI eine Hemmung in nur 27 %, LOEBELL dagegen in 69 %; die eigene Untersuchung ergab eine Hemmung in 35 % der operierten Warzenfortsätze.

Die mittlere Pneumatisation wurde von PETRI bei 46 % und von BARTH bei 70 % beobachtet. Die eigene Beobachtung liegt bei 48 %. Während eine gute Pneumatisation von PETRI in 27 % der Fälle gefunden wurde und von LOEBELL sogar in 31 %, konnten in der eigenen Untersuchung nur 17 % als gut charakterisiert werden. In dieser Gruppe ist eine Analogie der eigenen Ergebnisse zu denen von PETRI unverkennbar (s. Tabelle 15).

Verfasser	Operations-Alter Jahre	Zahl Ohren	gehemmt	mittel	gut
LOEBELL (1931)	1-3	13	9(69%)	- -	4(31%)
BARTH (1935)	3-7	10	3(30%)	7(70%)	- -
PETRI (1954)	1-3	15	4(27%)	7(46%)	4(27%)
Eigene Zahlen	1-7	29	10(35%)	14(48%)	5(17%)

Tabelle 15: Zahlen aus der Literatur und eigene Zahlen über die Repneumatisation der Warzenfortsätze von Kindern, die im Alter von 1 bis 7 Jahren mastoidektomiert wurden.

Aufschlußreicher als der Vergleich mit Normwerten ist die Gegenüberstellung der Pneumatisation der operierten Seite mit der Entwicklung auf der nichtoperierten Seite. Leider gehen auch hier die Angaben in der Literatur sehr weit auseinander. Unter Beibehaltung der Altersgruppeneinteilung findet man in der 1. Gruppe folgende Verhältnisse: Eine bessere Pneumatisation auf der operierten Seite wird - neben der eigenen Beobachtung von 6 % - nur von PETSCH in 10 % der Fälle beschrieben. Eine gleich gute auf beiden Seiten variiert zwischen 35 % nach PETSCH und 100 % nach PETRI, während die eigene Untersuchung 64 % ergab. Eine etwas schlechtere Zellbildung auf der mastoidektomierten Seite wurde in 39 % (RUCKENSTEINER u. PRIETZEL) bis 50 % (LOEBELL) der Fälle gefunden - gegen nur 18 % im eigenen Material. Darin fanden sich weiter in 12 % eine wesentlich schlechtere Pneumatisation der operierten Seite. Dieses Ergebnis liegt wiederum zwischen den Angaben von RUCKENSTEINER u. PRIETZEL, die 7 % angeben, und PETSCH, der 15 % fand. In dieser Gruppe decken sich die eigenen Ergebnisse nicht mit denen der anderen Autoren (s. Tabelle 16).

Verfasser	Op.-Alter Monate	Pneumatisation der operierten Seite: besser	gleich gut	etwas schlechter	viel schlechter
LOEBELL (1931)	4-12	-	50	50	-
PETSCH (1942)	bis 12	10	35	40	15
RUCKENSTEINER u. PRIETZEL (1947)	bis 12	-	54	39	7
PETRI (1954)	5-12	-	100	-	-
Eigene Zahlen	0,5-12	6	64	18	12

Tabelle 16: Pneumatisationsverhältnisse der operierten Warzenfortsätze im Vergleich zur nichtoperierten Seite. Operationsalter zwischen 2 Wochen und 12 Monaten. Angaben aus der Literatur und eigene in Prozent.

In der 2. Altersgruppe konnte bei den einseitig mastoidektomierten Kindern in keinem Falle auf der operierten Seite eine bessere Pneumatisation gefunden werden als auf der nichtoperierten. Über eine gleich gute Pneumatisation beider Seiten schwanken die Angaben zwischen 28 % bei RUCKENSTEINER u. PRIETZEL und 71 % bei PETRI; die eigenen liegen bei 33 %. Ähnlich stark differieren die Zahlen für eine etwas schlechtere Pneumatisation der operierten Seite. LOEBELL fand 8 %, RUCKENSTEINER u. PRIETZEL dagegen 44 %. Die eigene Zahl ist 38 %. Eine viel schlechtere Zellbildung wird von LOEBELL mit 38 % angegeben; das Ergebnis von RUCKENSTEINER u. PRIETZEL deckt sich fast mit dem eigenen von 29 %. In dieser Gruppe sind die Ergebnisse von RUCKENSTEINER u. PRIETZEL den eigenen sehr ähnlich (s. Tabelle 17).

Verfasser	Op.-Alter Jahre	Pneumatisation der operierten Seite			
		besser	gleich gut	etwas schlechter	viel schlechter
LOEBELL (1931)	1-3	-	54	8	38
RUCKENSTEINER u. PRIETZEL (1947)	1-3	-	28	44	28
PETRI (1954)	1-3	-	71	29	-
Eigene Zahlen	1-7	-	33	38	29

Tabelle 17: Pneumatisationsverhältnisse der operierten Warzenfortsätze im Vergleich zur nichtoperierten Seite. Operationsalter zwischen 1 und 7 Jahren. Angaben aus der Literatur und eigene in Prozent.

Eine bessere Pneumatisation der operierten Seite findet sich eindeutig nur als Ausnahmefall einmal in der 1. Altersgruppe. Bemerkenswerterweise zeigt sich jedoch bei den beidseitig operierten Kindern dieser Gruppe beim Vergleich mit den Normzahlen von SEMERIA eine bedeutend bessere Pneumatisation. Die 2. Altersgruppe ist zu klein (8 Ohren), um ihre etwas von der Norm abweichenden Ergebnisse als maßgeblich ansehen zu können.

Die komplette Hemmung war nur in 2 Fällen zu beobachten, zu selten, um daran grundsätzliche Erwägungen zu knüpfen. Immerhin läßt sich die Frage, ob es sich bei den jetzt pneumatisationsgehemmten Ohren um anscheinend schicksalsmäßig chronische Verläufe handelt oder ob der Eingriff irgendetwas mit diesem Zustand zu tun hat, dahingehend beantworten, daß der Eingriff in keinem ursächlichen Zusammenhang mit der Hemmung steht. In einem Fall handelt es sich um eine chronische Otitis media, im anderen Fall zeigt auch die nichtoperierte Seite eine komplette Hemmung. Chronische Otitiden fanden sich nur noch bei gering pneumatisierten Ohren. Je besser die Pneumatisation ist, umso seltener sind Recidive, Tubenkatarrhe und -stenosen sowie Adenoide und allgemeine Ohrenbeschwerden. Die Annahme liegt nahe, daß ein in seiner Trophik richtig und normal angelegtes Gewebe durch die Operation nicht verändert wird und somit auch nicht seine Fähigkeit zur Repneumatisation.

Die Abhängigkeit der Pneumatisation vom Operationsalter im Sinne einer besseren Regeneration bei den jünger operierten Kindern steht im Gegensatz zur Auffassung WITTMAACKs (1918), wonach eine Schleimhautschädigung - insbesondere durch eine entzündliche Noxe - entscheidend für die Hemmung der Pneumatisationsentwicklung sein sollte. Nach WITTMAACK ist demnach die pathologische Pneumatisationsform umso ausgeprägter, in je früherem Entwicklungsstadium die entzündliche Noxe angreift. Demgegenüber lassen die neueren Tierversuche über Beziehungen zwischen Binnenohrluftdruck und Pneumatisation (LINK u. HANDL 1954, HANDL 1960), insbesondere aber die Beobachtung eines Unterdrucks in der Paukenhöhle pneumatisationsgehemmter Ohren (HANDL 1957) eher an eine Störung der Druckregulation im Mittelohr denken. Sie könnte durch eine Schädigung des vasculären Apparates der Tube erklärt werden. Nun ist zu berücksichtigen, daß im Säuglingsalter nur wenig Zellen über das Antrum hinaus gebildet sind. Hingegen ist die Entwicklungstendenz ausgesprochen stark. Bei den größeren Kindern wird durch die Ausräumung des Warzenfortsatzes ein bereits weitgehend entwickeltes Zellsystem zerstört, dessen Regeneration wohl größere Schwierigkeiten bereitet als seine Weiterentwicklung in einen noch nicht umgebauten Warzenfortsatz hinein. Sicher ist dieses eine wichtige Ursache für das stärkere Zurückbleiben der Pneumatisation operierter Warzenfortsätze gegenüber den nichtoperierten bei den Kindern über 1 Jahr.

Hinsichtlich einer Schädigung des Innenohres läßt sich aus den Hörprüfungen ersehen, daß sie in dem übersehbaren Zeitraum nicht zu beobachten ist. Es wäre jedoch von Interesse, solche Untersuchungen etwa 10 Jahre später nochmals durchzuführen, um festzustellen, ob sich nicht eine Altersschwerhörigkeit früher als normalerweise herausbildet.

Zusammenfassung

Im ersten Teil der Arbeit wird eine kurze Darstellung des Pneumatisationsproblems in der Literatur gegeben. Daran schließt sich eine systematisierte Wiedergabe der Ergebnisse von 6 Autoren über Untersuchungen der Pneumatisation der Warzenfortsätze von Kindern an, die im Alter bis zu 7 Jahren mastoidektomiert wurden.

Die eigenen Untersuchungen wurden an 55 Kindern vorgenommen, die in den Jahren 1949 bis 1958 in der Hals- Nasen- Ohren-Klinik der Freien Universität Berlin mastoidektomiert wurden. Es zeigt sich die operierte Seite bei den Kindern, die jünger als 1 Jahr einseitig operiert wurden, in 70 % der Fälle gleich gut oder besser pneumatisiert als die nichtoperierte. Bei den Kindern zwischen 1 und 7 Jahren hingegen ist die Pneumatisation nur in 32 % der Fälle auf beiden Seiten gleich. Auch bei den doppelseitig operierten Kindern ist die Pneumatisation der Schläfenbeine in der ersten Altersgruppe besser. Vergleiche mit den Ergebnissen anderer Autoren sind nur bedingt möglich, da sie stark voneinander abweichen. Die eigenen Ergebnisse stehen im Gegensatz zu der Schleimhauttheorie WITTMAACKs. Sie lassen sich eher im Rahmen der von LINK, HANDL und TIEDEMANN vertretenen Luftdrucktheorie erklären.

Literaturverzeichnis:

ALBRECHT, W.: Pneumatisation und Konstitution. Zschr. Hals-Nas.-Ohr. hk. 10, 51 (1924)

Derselbe: Zur Frage der Pneumatisation des Mittelohres. Histologische Untersuchungen am Schläfenbein der Neugeborenen. Acta oto-laryng., Stockholm, 14, 221 (1930)

Derselbe: Über Konstitutionsproblem in Pathogenese der Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten. Zschr. Hals-Nas.-Ohr. hk. 29, 19 (1931)

ALBRECHT, W. u. M. SCHWARZ: Anlage und Pneumatisation. Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk. hk. 134, 50 (1933)

ARMSTRONG, H.G. u. J.W. HEIM: The Effect of Flight on the Middle Ear J. Amer. Med. Ass., Chicago, 109, 417 (1937)

BARTH, H.: Pneumatisation nach Antrotomie. Zschr. Hals-Nas.-Ohr. hk. 38, 137 (1935)

BAST, T. u. H.B. FORESTER: Origin and Distribution of Air Cells in the Temporal Bone. Arch. Otolaryng., Chicago, 30, 183 (1939)

BAUER, E.: Über Schädelmasse und Pneumatisation des Warzenfortsatzes. Mschr. Ohr. hk. 71, 1457 (1937)

BECK, J.: Pathologisch-anatomische Untersuchungen über die Mastoiditis. Passow-Schaefers Beitr. Anat. Ohr. 24, 12 (1926)

BERGER, M.: A propos de la genese structurale de l'os mastoide temporale. Rev. laryng. 63, 249 (1942)

BROCK, W.: Trommelfellbild und Pneumatisation des Warzenteiles. Zschr. Hals-Nas.-Ohr. hk. 15, 241 (1926)

DISHOECK, H.A.E.v.: Negative Pressure and Loss of Hearing in Tubal Catarrh.
Acta oto-laryng., Stockholm, 29, 303 (1941)

Derselbe : Resistance-Measuring of the Eustachian Tube and the Ostium and Isthmus Valve Mechanism.
Acta oto-laryng., Stockholm, 35, 317 (1947)

Derselbe : Hydrotympanum in the different clinical Aspects of the tubo-tympanical Catarrh.
Acta oto-laryng., Stockholm, 36, 429 (1948)

Derselbe : Tubal Disorders and the Pneumophone.
Acta oto-laryng., Stockholm, 41, 196 (1952)

ECKERT-MÖBIUS, A.: Mikroskopische Untersuchungstechnik und Histologie des Gehörorganes.
A. DENKER, O. KAHLER Handbuch der Hals-Nasen-und Ohrenheilkunde, Bd. 6, I, S. 211, Verlag Julius Springer, Berlin, (1926)

Derselbe : Wachstum und Verknöcherung der knorplig vorgebildeten Umgebung des Antrum mastoideum in Beziehung zu den Knorpelgefäßen.
Acta oto-laryng., Stockholm, 12, 193 (1928)

Derselbe : Vergleichend anatomisch-physiologische Studie über Sinn und Zweck der Nasennebenhöhlen des Menschen und der Säugetiere.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk. 123, 287 (1933)

Derselbe : Grundsätzliches zum Pneumatisationsproblem.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk.hk. 142, 43 (1937)

Derselbe : Vergleichend-anatomische Untersuchungen und Pneumatisationslehre.
Acta oto-laryng., Stockholm, 26, 115 (1938)

EISINGER, K.: Untersuchungen über die Pneumatisation des Schläfenbeines.
Zbl. Hals-Nas.-Ohr.hk. 13, 38 (1929)

EISINGER, K. u. E.G. MEYER : Über die Röntgenuntersuchungen des kindlichen Schläfenbeines bei Mittelohrerkrankungen. Mschr. Ohr. hk. 72, 218 (1938)

FLEISCHMANN, O.: Kritische Betrachtungen über die Tübinger Lehre von der Schleimhautkonstitution. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk. 43, 306 (1938)

FRERS, H.: Weitere Beiträge zu den Studien über die Entwicklung der Nebenhöhlen der Nase und der pneumatischen Zellen des Warzenfortsatzes. Arch. Ohrenheilk. 86, 248 (1911)

GAINI, G.: Die Röntgenkontrastdarstellung der Tuba Eustachii als geeignetes Mittel zur Feststellung ihrer Durchgängigkeit. Arch. ital. Otol. 67, 427 (1956) Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. -hk. 57, 142 (1957)

GILSE, P.v.: Untersuchungen über die Pneumatisation des Schädels und Schlußfolgerungen für die Pathologie. Ned. tschr. geneesk. 66, 2125 (1922) Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk. 2, 374 (1923)

Derselbe : Die Entstehung lufthaltiger Hohlräume im Schädel. Ned. tschr. geneesk. 69, 771 (1925) Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk. 8, 229 (1926)

GOTO, T. u. H. KAWAHARA : The Type of Pneumatisation and Constitution. J. Oto-Rhino-Laryngol. Soc. Japan 55, 410 (1952) u. engl. Zus. fass. 33 Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk. 46, 359 (1952/53)

GRAHE, K.: Hat der Muskelzug des Sterno-cleido-mastoideus einen Einfluß auf die Pneumatisation des Processus mastoideus. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk. 20, 287 (1928)

GREVEN, H.: Tierexperimentelle Untersuchungen zum Pneumatisationsproblem. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk. u. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk. 167, 590 (1955)

GÜNNEL, F.: Neue Untersuchungen über die Entwicklung des Warzenfortsatzes und seiner Pneumatisation. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk. u. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk. 172, 1 (1957)

GYERGYAY, A.v.: Neue Wege zur Erkenntnis der Physiologie und Pathologie der Ohrtrompete. Mschr. Ohr. hk. 66, 769 (1932)

HANDL. K.: Bleiausgüsse des Schläfenbeins. HNO-Wegweiser 4, 45 (1953)

Derselbe : Der Einfluß des Musculus tensor tympani und der Ohrtrompete auf den Mittelohrluftdruck beim Meerschweinchen. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk. u. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk. 170, 467 (1957)

Derselbe : Zur Therapie des Tuben-Mittelohrkatarrhs mit einem Sympaticolyticum. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk. u. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. -hk. 173, 333 (1958)

Derselbe : Zur vegetativen Versorgung der menschlichen Tube. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk. u. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. -hk. 175, 482 (1959)

Derselbe : Mittelohrluftdruck und Pneumatisation. Habilitationsschrift, Berlin, (1960)

HANDL, K. u. R. LINK : Direkte Messungen des Luftdruckes der Mittelohrräume bei Meerschweinchen. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk. u. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk. 165, 408 (1954)

HARTMANN, A.: Experimentelle Studien über die Funktion der Eustachi'schen Röhre. Verlag Veit Comp., Leipzig, (1879)

HEIN, H.J.: Knochenwandveränderungen beim Meerschweinchen unter Parathormoneinwirkung und bei unterschiedlicher Tubentätigkeit. Inaug. -Diss., Berlin, (1958)

HESSE, W.: Blutgruppenzugehörigkeit und Pneumatisation des Warzenfortsatzes. Zschr. Laryng. 17, 240 (1928)

HOFFMANN, L.: Zur Anatomie des Primatenschläfenbeines und seiner pneumatischen Räume unter Berücksichtigung des menschlichen Schläfenbeines. Mschr. Ohr. hk. 60, 921 (1926)

KANATANI, M. u. K. TSUGAWA : A new Method of Recording Patency of the Eustachian Tube by Means of Ear-Manometer. J. Oto-Rhino-Laryngol. Soc. Japan. 56, 454 mit engl. Zus. fass. (1953), Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk., 50, 180 (1954)

KNICK, A. u. W. WITTE : Röntgenologische Studien über die Entwicklung der Warzenfortsatzzellen nach Otitis media im 1. Lebensjahre. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk., 119, 128 (1928)

KÖRNER, O.: Lehrbuch der Ohren-, Nasen- und Kehlkopfkrankh. 10. und 11. neubearb. Aufl., Verlag J. F. Bergmann, München, (1922)

KRAINZ, W.: Über die Auskleidung der lufthaltigen Warzenzellen. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 8, 46 (1924)

KREUZER, H.: Der Einfluß der Luftdruckschwankungen auf die Pneumatisation der Mittelohrräume. Inaug. -Diss., Frankfurt/M., (1954)

KRIEGSMANN, O.: Röntgenologische Untersuchungen an Warzenfortsätzen nach durchgemachter Otitis. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 29, 259 (1931)

LINK, R. u. K. HANDL : Tubenfunktion und Pneumatisation des Mittelohres. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk. u. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 165, 403 (1954)

Dieselben : Die Pneumatisation des Schläfenbeines, ein Schutz gegen Lärmschwerhörigkeit. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk. u. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 167, 610 (1955)

LOEBELL, H.: Ohroperation im frühen Kindesalter und Pneumatisationsentwicklung. Zschr. Laryng., 21, 326 (1931)

Derselbe : Die funktionelle Architektur des Warzenfortsatzes. Acta oto-laryng., Stockholm, 25, 240 (1937)

LUCAE, A.: Über die Respirationsbewegungen des Trommelfelles.
Arch. Ohrenheilk., 1, 96 (1864)

Derselbe : Zur Function der Tuba Eustachii.
Arch. Ohrenheilk., 31, 174 (1867)

LÜDERS, H.H.: Histologische Veränderungen der Mittelohrräume nach pharmakologischer Einwirkung.
Inaug.-Diss., Berlin, (1958)
Berl. Med. 9, 94

MARX, H.: Kurzes Handbuch der Ohrenheilk., 2. Aufl., S. 11, Verlag Gustav-Fischer, Jena, (1947)

Derselbe : Zur Frage der Bedeutung der Mittelohrentzündung des frühesten Kindesalters für später.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk. hk., 126, 71 (1930)

MAYER, O.: Über einige Streitfragen aus der Knochenhistologie mit Beziehung auf die Veränderung der Labyrinthkapsel bei der Otosklerose.
Zschr. Hals-Nas.-Ohr. hk., 9, 187 (1924)

MEYER, M.: Über Konstitution und Mittelohrschleimhaut.
Zschr. Hals-Nas.-Ohr. hk., 29, 106 (1931)

MINK, P.J.: Das Ganglion oticum.
Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk. hk., 139, 283 (1935)

MITSUMASU, A.: On the Heredity of the Middle Ear Pneumatization.
Ref. Zbl. Hals-Nas.-Ohr. hk., 42, 340 (1955)

MOURET, J.: Systématisation de la mastoide. Systématisation des mastoidites. Mastoidectomie.
Acta oto-laryng., Stockholm, 12, 139 (1928); Ref. Int. Zbl. Ohrenheilk. 30, 144 (1929)

MÜNDNICH, K.: Zur Frage der Entwicklung der Pneumatisation des Warzenfortsatzes und seines Wachstums.
Zschr. Hals-Nas.-Ohr. hk., 42, 193 (1937)

MYGIND, S.H.: Diskussionsbemerkung auf dem 1. Internationalen Oto-Laryngologen-Kongreß, Kopenhagen, (1928).
Zbl. Hals-Nas.-Ohr.hk., 13, 39 (1929)

OJALA, L.: Contribution to the Physiology and Pathology of Mastoid Air Cell Formation.
Acta oto-laryng., Stockholm, Suppl. 86 (1950)

Derselbe : Pneumatization of the Bone and environmental Factors.
Acta oto-laryng., Stockholm, Suppl. 133, (1957)

OKASAKI, E.: Über die Bedeutung der Erbfaktoren bei der Pneumatisation der Warzenfortsätze.
38. Jahresversammlung der Japan. Otorhinolaryngol. Ges., Tokyo, (1934)
Zbl. Hals-Nas.-Ohr.hk., 25, 353 (1936)

OKASAKI, M.: Über die Bedeutung der Erbfaktoren bei der Pneumatisation der Warzenfortsätze: I. Zwillingsforschung, II. Familienuntersuchung.
Ausz. Z. Otol. usw., Tokyo, 42, dtsch. Zus.fass. 95 u. 97 (1936);
Ref. Zbl. Hals-Nas.-Ohr.hk., 31, 73 (1939)

OPHEIM, O.: Acute Purulent Middle Ear Lesions and the Pneumatic Cellular System in the Mastoid Process.
Acta oto-laryng., Stockholm, 29, 251 (1941)

Derselbe : The Pneumatic Conditions in the Human Temporal Bone in the Light of Experimental Researches on the Development of the Air Space in the Chick Humurus.
Acta oto-laryng., Stockholm, Suppl. 54, (1944)

PAULLI, S.: Über die Pneumatizität des Schädels bei den Säugetieren.
Morph. Jahrbuch 1900, 28, 145, 178 u. 483

PEREZ, F.: Studien über vergleichende Anatomie im Verhältnis zur Otologie.
Mschr. Ohr.hk., 56, 243 u. 323 (1922)

PERLMANN, H.B.: The Eustachian Tube: Abnormal Patency and Normal Physiological State. Arch. Otolaryng., Chicago, 30, 212 (1939)

Derselbe: Mouth of the Eustachian Tube: Action During Swallowing and Phonation. Arch. Otolaryng., Chicago, 53, 353 (1951)

Derselbe: Observations on the Eustachian Tube. Arch. Otolaryng., Chicago, 53, 370 (1951)

PETRI, H.: Ein Beitrag zum Einfluß einer akuten Mittelohrentzündung im frühen Kindesalter auf die Pneumatisation. Inaug.-Diss., Frankfurt/M., (1954)

PETSCH, J.: Beitrag zur Frage der Pneumatisation des Warzenfortsatzes nach Mittelohrentzündungen im 1. Lebensjahr. Zschr. Hals-Nas.-Ohr. hk., 48, 339 (1942)

POLITZER, A.: Beleuchtungsbilder des Trommelfells. Wien 1865

Derselbe: Über subjektive Gehörsempfindungen. Wien. med. Wschr. 15, 1710 (1865)

PROETZ, A.: Observations upon the Formation and Function of the accessory Nasal Sinuses and the Mastoid Cells. Ann. Otol. Rhinol., S. Louis, 31, 1083 (1922)

PÜSCHEL, L. u. B. SCHLOSSHAUER: Über den Einfluß des somatotropen und androgenen Hormons auf die Pneumatisation. Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk. hk. u. Zschr. Hals-Nas.-Ohr. hk., 167, 595 (1955)

RAINER, A.: Untersuchungen über die Entwicklung und den Aufbau der Pyramidenzellen. Arch. Ohr.-Nas.-Kehlk. hk., 145, 3 (1938)

RAUCH, S.: Die konstitutionell-genetischen Faktoren zur Mastoidpneumatisation. Mschr. Ohr. hk., Wien, 90, 20 (1956)

RUCKENSTEINER, E. u. F. R. PRIETZEL : Untersuchungen über die Pneumatisation des Schläfenbeines nach Mastoidektomie im frühen Kindesalter. Mschr. Ohr. hk., Wien, 81, 73 (1947)

RÜEDI, L. : Die Mittelohrraumentwicklung vom 5. Embryonalmonat bis zum 10. Lebensjahr. Acta oto-laryng., Stockholm, Suppl. 22, (1937)

Derselbe : Mittelohrraumentwicklung und Mittelohrentzündung. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 45, 175 (1939)

SCHÜLLER, A. : Röntgendiagnostik der Erkrankungen des Kopfes. Verlag Alfred Hölder, Wien, (1912)

SCHÜLLER, H. : Binnenohrluftdruck und Pneumatisationsgrad. Inaug. -Diss., Frankfurt/M., (1957)

SCHWARTZ, H. W. : The Influence of Heredity on the Pneumatization of the Temporal Bone. J. Laryng. Otol., London, 65, 317 (1951); Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk., 44, 259 (1951)

SCHWARZ, M. : Die Bedeutung der hereditären Anlage für die Pneumatisation der Warzenfortsätze und der Nasennebenhöhlen. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk., 123, 161 (1929)

Derselbe : Das individuelle Verhalten der Schleimhautpropria im Mittelohr in ihrer Entwicklung und ihrem Gewebsaufbau. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 29, 98 (1931)

Derselbe : Mittelohrentzündung und Erbanlage der Schleimhaut. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk., 25, 235 (1936)

Derselbe : Die Konstitution der Schleimhaut. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 40, 332 (1937)

Derselbe : Mißbildungen des Gaumens und kompakter Warzenfortsatz. Zschr. Laryng., 31, 371 (1952)

SECCHI, C.: Experimentelle Untersuchungen zur Physiologie des mittleren Ohres. (X. Internat. med. Kongreß, Berlin, 1890) Arch. Ohrenheilk., 31, 251 (1891)

SEMERIA, C.: Studio statistico ed anatomoradiologico del grade di pneumatizzazione della mastoide secondo la classificatione di Odd Opheim. Arch. ital. Otol. 61, Suppl. 4, 106 (1950); Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk., 44, 259 (1951)

SILBIGER, H.: Über das Ausmaß der Mastoidpneumatisation beim Menschen. Acta anat. 11, 215 (1951)

SINGER, L.: Über entzündliche Erkrankungen des Mittelohres und der pneumatischen Hohlräume des Schläfenbeines. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 32, 110 (1932)

STEURER, O.: Zur Frage der Pneumatisation des Warzenfortsatzes. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 29, 113 (1931)

Derselbe: Lehrbuch der HNO. Krankheiten, 15. Aufl., Verlag J. F. Bergmann, München, (1948)

STURM, F.: Über die Pneumatisation nach jahrzehntelang zurückliegender Säuglingsotitis. HNO-Wegweiser 1, 358 (1949)

TALPIS, L. u. G. LIEBERMANN: Über Pneumatisierung des Warzenfortsatzes. Ruskaja Oto-Laryng. 4, 358 (1927); Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk., 11, 848 (1928)

THEISSING, K.: Röntgenologische Untersuchungen über die Struktur des Warzenfortsatzes. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 25, 137 (1930)

TIEDEMANN, R. u. K. HANDL: Die Bedeutung der peritubaren Blutgefäße für den Paukeninnendruck beim Meerschweinchen. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk. u. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 171, 347 (1957)

TIEDEMANN, R. u. K. HANDL : Die vasculären Bedingungen für die pneumatische Funktion der Ohrtrompete beim Meerschweinchen. Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk. u. Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 172, 427 (1958)

TUKAMOTO, A. u. Y. DATE : Über die Öffnung der Ohrtrompete während des Schluckaktes. J. Oto-Rhino-Laryngol. Soc. Japan 60, 39 (1957); Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk., 60, 215 (1958)

TURNER, A. u. W. PORTER : The Structural Type of the Mastoid Process. J. Laryng. Otol., London, 37, 115 (1922); Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk., 2, 427 (1923)

VOSS, O.: Altes und Neues zur Otosklerosenfrage. Med. Welt 1939, 1011

VUL'FSON, S. I.: Varianten der Pneumatisation des Schläfenbeines im Säuglings- und Kleinkindalter. Vestn. oto-rino-laring., Moskva, 13, H. 3, 13 (1951); Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk., 44, 329 (1952)

Derselbe : Besonderheiten des klinischen Verlaufs der Otitis-Mastoiditis bei Säuglingen bei verschiedenen Varianten der Pneumatisation des Schläfenbeines und verschiedenem Ernährungszustand des Organismus. Vestn. oto-rino-laring., Moskva, 13, H. 5, 32 (1951); Ref. Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk., 45, 177 (1952)

WAGENER, O.: Zur Frage der Pneumatisation des Warzenfortsatzes. Verh. Ges. Dtsch. Hals-usw. Ärzte, S. 196 (1921)

WEIDENREICH, F.: Über die pneumatischen Nebenräume des Kopfes. Zschr. Anat. Entw. gesch., 72, 55 (1924)

WITTE, W.: Röntgenologische Studien über die Entwicklung der Warzenfortsatzzellen nach Otitis media im 1. Lebensjahre. Inaug. -Diss., Leipzig, (1924)

WITTMAACK, K.: Über die normale und die pathologische Pneumatisation des Schläfenbeines.
Verlag Gustav Fischer, Jena, (1918)

Derselbe: Die entzündlichen Erkrankungen des Gehörorgans.
HENKE-LUBARSCH' Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie, XII, S. 102, Verlag Julius Springer, Berlin, (1926)

Derselbe: Über die Schleimhautkonstitution des Mittelohres in ihren Beziehungen zu den entzündlichen Erkrankungsprozessen.
Klin. Wschr., 6, 1539 (1927)

Derselbe: Zur Frage der Bedeutung der Mittelohrentzündungen des frühesten Kindesalters für später.
Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk., 129, 207 (1931)

Derselbe: Schleimhautkonstitution und Pneumatisation.
Arch. Ohr. -Nas. -Kehlk. hk., 132, 261 (1932)

Derselbe: Über die Entstehung der Schleimhautkonstitution des Mittelohres.
Acta oto-laryng., Stockholm, 25, 414 (1937)

WREDEN, R.: Die Otitis media neonatorum.
Mschr. Ohr. hk., 2, 7 (1868)

YAMASHITA, K.: Die Schläfenbeinzellen.
Zbl. Hals-Nas. -Ohr. hk., 21, 588 (1934)

YANG, HO-CHING: Über den Einfluß des Muskelzugs auf Entstehung und Wachstum des Warzenfortsatzes.
Zschr. Hals-Nas. -Ohr. hk., 22, 272 (1928)

ZÖLLNER, F.: Anatomie, Physiologie, Pathologie und Klinik der Ohrtrompete und ihre diagnostisch-therapeutischen Beziehungen zu allen Nachbarschaftserkrankungen.
Verlag Julius Springer, Berlin, (1942)

Mein aufrichtiger Dank für das Thema dieser Arbeit und die liebenswürdige Unterstützung bei seiner Ausführung gilt Herrn Prof. Dr. med. Rudolf Link.

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Kurt Handl bin ich für die Anleitung bei der Auswertung des Materials zu besonderem Dank verpflichtet.

Lebenslauf

Georg Pisarek , geboren am 5. 9. 1929 in Berlin als Sohn des Bildberichters Abram Pisarek und seiner Ehefrau Berta, geb. Isigkeit.

Schulbesuch in Berlin von 1936 bis 1948.

Am 18. 6. 1948 Reifeprüfung an der Friedrich-Engels-Schule in Berlin-Reinickendorf. Anschließend 1 Jahr Wirtschaftspraktikum und 6 Semester Wirtschaftswissenschaft an der Humboldt-Universität Berlin. Am 30. 6. 1952 Abschluß als Diplom-Wirtschaftler.

Bis zum Beginn des Medizinstudiums an der Freien Universität Berlin im Sommersemester 1955, Tätigkeit als Bildberichter.

Am 13. 4. 1961 Abschluß der ärztlichen Prüfung in Berlin.